

## VISUALISASI PENJALARAN GELOMBANG TSUNAMI DI KABUPATEN PESISIR SELATAN SUMATERA BARAT

Dwi Pujiastuti  
Jurusan Fisika Universita Andalas  
Dwi\_Pujiastuti@yahoo.com

### ABSTRAK

Penelitian ini difokuskan untuk melihat pola penjalaran gelombang tsunami dari pusat pembangkitan sampai kawasan pantai Pesisir Selatan Sumatera Barat dengan menggunakan model numerik linier Tunami N3. Dalam penelitian ini digunakan tiga model skenario penjalaran gelombang tsunami yaitu untuk magnitudo ( $M_w$ ) 7,5, 8,0 dan 8,5 dengan titik koordinat gempa 99.3 BT dan -3,3 LS. Dari hasil pemodelan menunjukkan bahwa tinggi gelombang tsunami paling besar dihasilkan pada skenario pemodelan dengan magnitudo 8,5.

**Kata Kunci :** Tsunami, Tunami N3

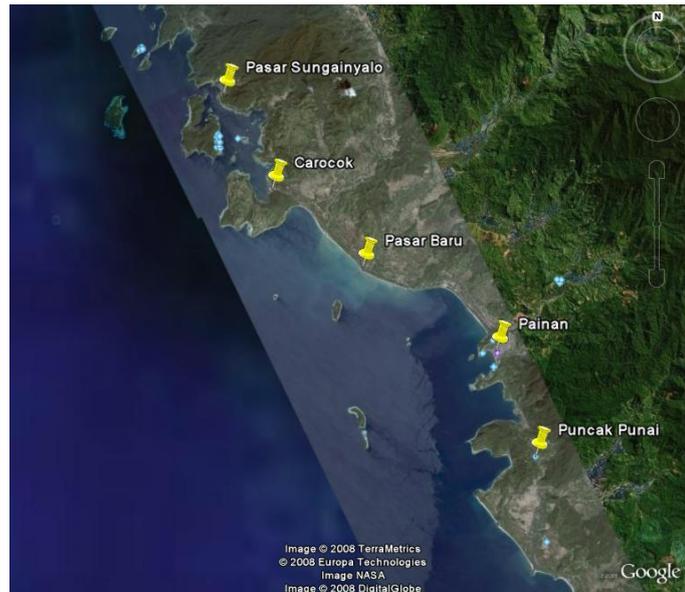
### 1. PENDAHULUAN

Secara tektonik, wilayah Sumatera Barat yang berada di pantai Barat Sumatera merupakan daerah yang memiliki potensi yang tinggi untuk terjadi gempa bumi yang diiringi dengan gelombang tsunami. Kejadian gempa yang terjadi di Aceh Desember 2004 memberikan gambaran yang jelas tentang dahsyatnya efek yang ditimbulkan sekaligus menyadarkan masyarakat akan pentingnya pemahaman tentang kejadian gempa dan tsunami.

Beberapa pemodelan telah dibuat untuk mempelajari karakteristik tsunami sebagai upaya mitigasi, salah satunya adalah metode tsunami yang dibuat oleh Dr Fumihiko Imamura pada tahun 1994 dari Tohoku University yang lebih dikenal metode numerik TUNAMI (Tohoku University's Numerical Analysis Model for Investigation of Near-Field Tsunami). Metode ini kemudian dimodifikasi menjadi metode TUNAMI N3 oleh Ir. Widjo Kongko, M. Eng dari BPD P-BPPT Yogyakarta. Pada model Ir. Widjo Kongko ini telah dilakukan modifikasi pada kondisi batas. Model ini dapat dipakai untuk menentukan tinggi, waktu tempuh penjalaran, *run-up* (limpasan) gelombang tsunami serta visualisasi gelombang tsunami dengan terlebih dahulu memasukkan parameter-parameter yang diperlukan.

Metode ini diterapkan pada daerah sepanjang pesisir pantai Painan Utara Kabupaten Pesisir Selatan dan sekitarnya (Gambar 1a) dengan lokasi gempa berada di lepas pantai Barat Sumatera (Gambar 1b).

Dalam makalah ini pemodelan Tunami N3 difokuskan untuk memvisualisasikan penjalaran gelombang tsunami akibat terjadinya gempa bumi di lepas pantai Barat Sumatera di Kabupaten Pesisir Selatan Sumatera Barat.



**Gambar 1a.** Citra satelit Pesisir Selatan (Google Earth, 2008)



**Gambar 1b.** Lokasi pusat gempa

## 2. METODE

Metode TUNAMI N3 menggunakan data topografi, batimetri dan garis pantai wilayah Pantai Painan Utara Kabupaten Pesisir Selatan Sumatera Barat sedangkan gempa buminya diasumsikan terjadi di sekitar selatan Kepulauan Mentawai yang berpotensi tsunami. Pada penelitian ini digunakan 3 skenario gempa, yaitu gempa dengan magnitudo 7,5, 8 dan 8,5 dengan parameter sesar dapat dilihat pada Tabel 1.

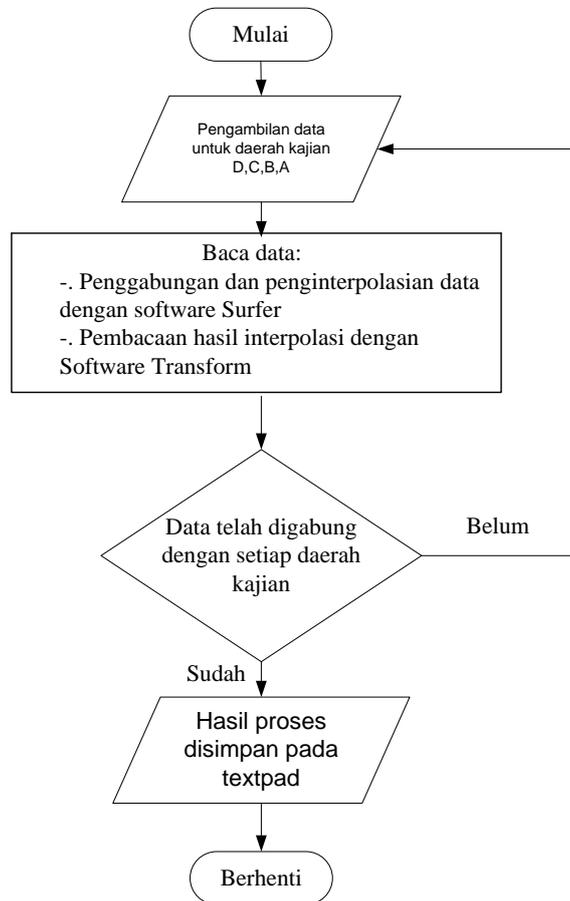
**Tabel 1** Parameter sesar sumber gempa

Skenario	Xo	Yo	M	HH	D	L	W	TH	DL	RD
1	99.3	-3.3	7,5	1000	1.81	62	31	135	100	80
2	99.3	-3.3	8,0	1000	3.225	111	55	135	100	80
3	99.3	-3.3	8,5	1000	9	313	156	135	100	80

Selanjutnya data masukan diolah dengan menggunakan model numerik Tunami N3 dengan tahap sebagai berikut :

**a. Pre Processing**

Tahap *pre processing* meliputi pencarian informasi letak geografis dan astronomis, karakteristik daerah kajian. Batas daerah kajian yang akan diteliti, terlebih dahulu ditentukan dengan *software Map Source*. Diagram alir tahap *Pre Processing* dapat dilihat pada Gambar 2.



**Gambar 2.** Tahap *Pre Processing* (Imamura, 2006)

## b. Processing

Hasil yang telah didapat pada *pre processing*, dilanjutkan pada tahap *processing*. Mekanisme *processing* dapat dilihat pada diagram alir (Gambar 3).

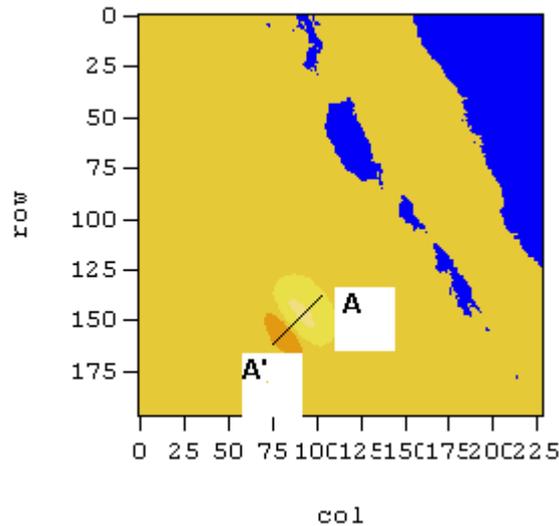


**Gambar 3.** Diagram alir *processing* (Imamura, 2006)

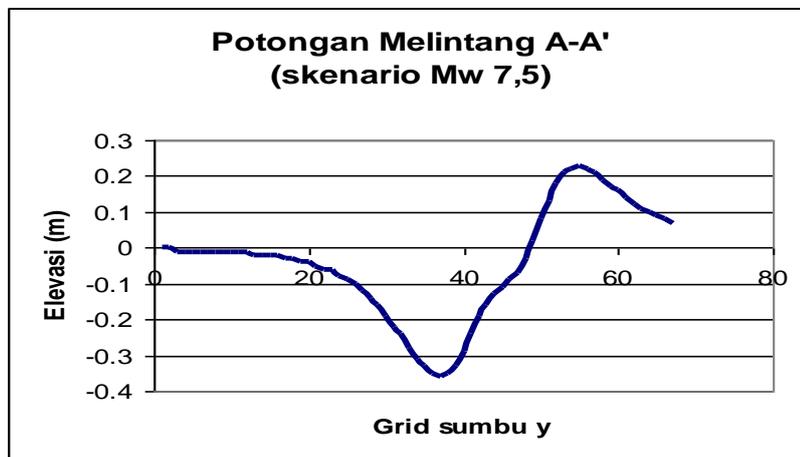
## 3. HASIL DAN DISKUSI

Hasil dari pemodelan ini adalah visualisasi penjalaran gelombang tsunami pada awal terjadinya gempa dan 3 variasi waktu setelah terjadinya gempa. Dari hasil visualisasi diketahui bahwa penjalaran gelombang tsunami setelah terjadinya gempa dengan magnitudo yang besar maka sebagian besar gelombang merapat ke arah pantai dan sebagian lagi menyebar ke laut lepas.

Hasil visualisasi penjalaran gelombang tsunami pada 40 detik setelah terjadinya gempa dimana belum terjadi penyebaran bidang (Gambar 4). Potongan melintang A-A' menunjukkan perubahan ketinggian air laut setelah terjadinya gempa, dengan perubahan ketinggian muka air laut dari positif (+) 0,22 meter dan negatif (-) 0,35 meter yang ditunjukkan pada Gambar 5. Pada Gambar 4 terlihat bahwa gelombang tsunami awal mengarah ke pulau mentawai.



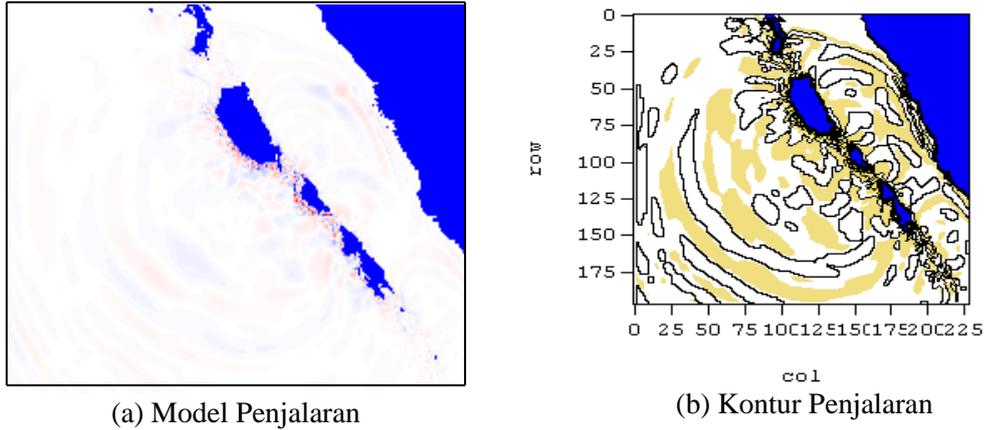
**Gambar 4.** Ketinggian air laut 40 detik setelah terjadi gempa (skenario Mw 7,5)



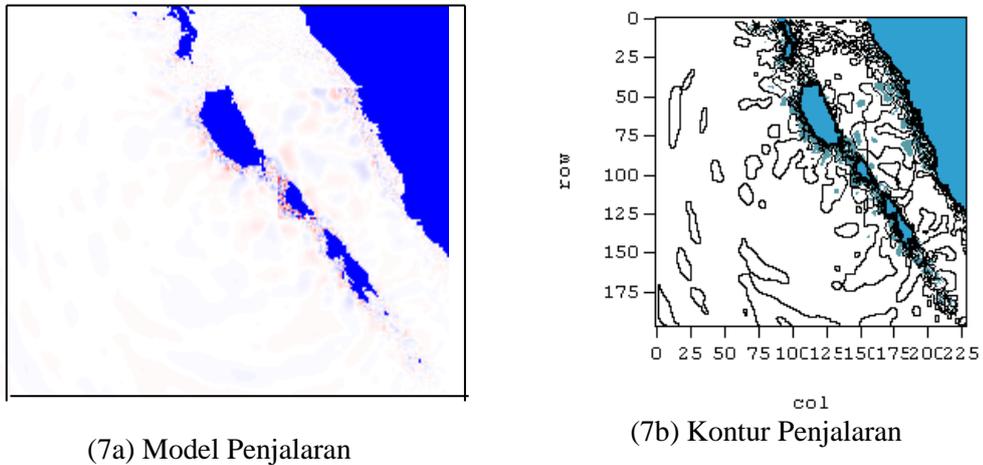
**Gambar 5.** Potongan Melintang A-A'

Setelah 1 jam terjadinya gempa pada skenario Mw 7,5 (Gambar 6) gelombang tsunami telah menghantam Kepulauan Mentawai, dengan penjalaran yang rapat menuju ke pantai barat Sumatera dan sebagian lagi ke laut lepas. Nampak dengan jelas bahwa penjalaran yang renggang mengarah ke laut lepas dan pada saat menghantam Kepulauan Mentawai terjadi difraksi dan refleksi.

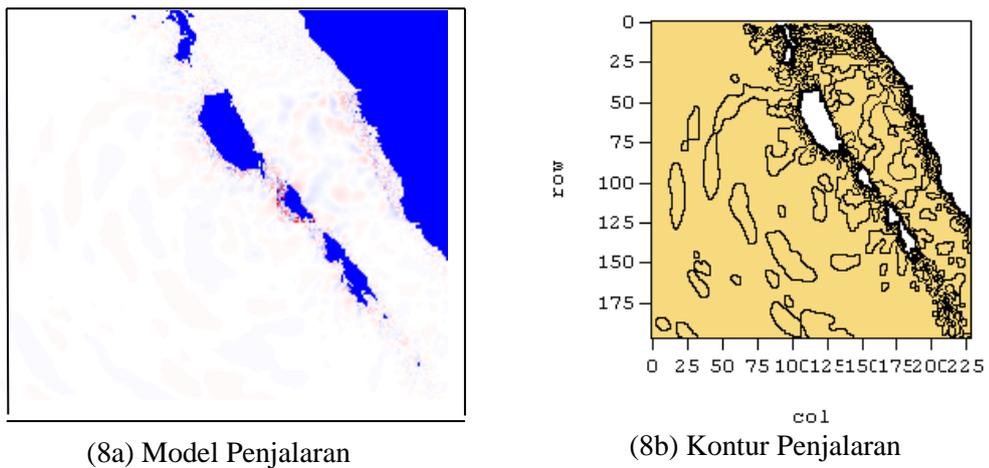
Gambar 7 menunjukkan bahwa penjalaran gelombang tsunami semakin sedikit, karena pasang surut tsunami yang terjadi pada skenario Mw 7,5 ini sangat kecil sekali. Jadi semakin bertambahnya waktu, dengan jarak tempuh yang lama maka semakin kecil gelombang tsunami yang menghantam pantai Pesisir Selatan.



**Gambar 6** Penjalaran gelombang tsunami 1 jam setelah terjadi gempa (skenario Mw 7,5)



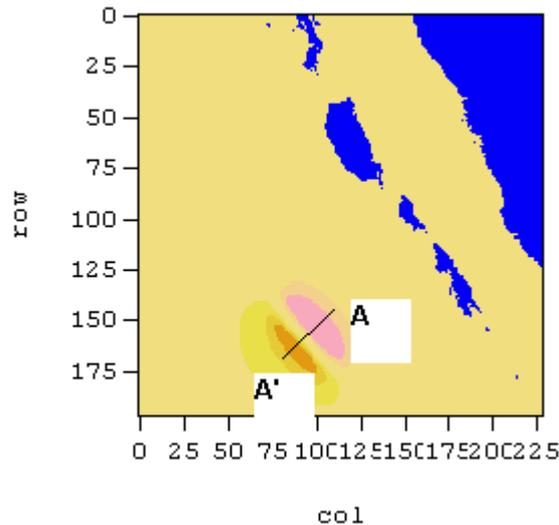
**Gambar 7** Model Penjalaran gelombang tsunami 2 jam setelah terjadi gempa (skenario Mw 7,5)



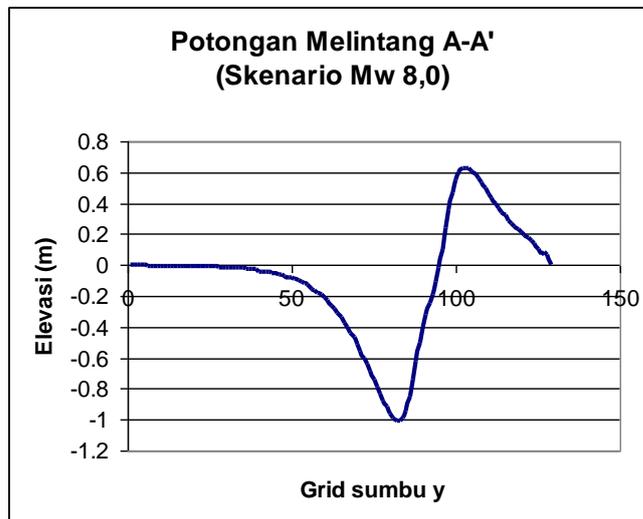
**Gambar 8** Penjalaran gelombang tsunami 3 jam setelah terjadi gempa (skenario Mw 7,5)

Penjalaran gelombang tsunami Mw 7,5 setelah 3 jam (Gambar 8a) terjadinya gempa menunjukkan semakin rapatnya gelombang yang merapat ke daratan pantai barat Sumatera akan tetapi untuk penjalaran gelombang menuju ke laut sangat renggang (Gambar 8b).

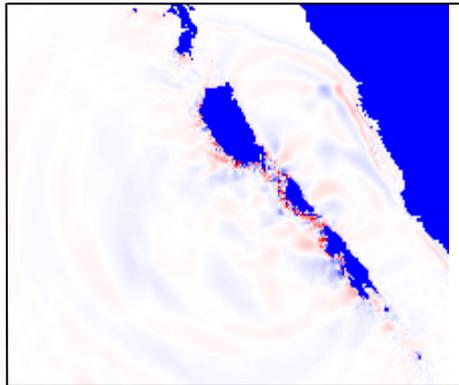
Penjalaran gelombang tsunami dengan skenario Mw 8,0 pada awal terjadinya gempa sebelum bidang menyebar ditunjukkan pada Gambar 9. Potongan melintang A-A' (Gambar 10) menunjukkan perubahan ketinggian muka air laut setelah terjadinya gempa pada positif (+) 0.63 meter dan negatif (-) 0.99 meter. Sama halnya dengan skenario Mw 7,5, untuk skenario Mw 8,5 arah penjalaran gelombang tersebut lebih besar mengarah ke Pulau Sumatera.



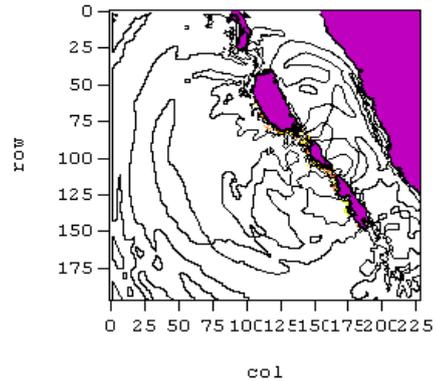
**Gambar 9** Ketinggian air setelah 40 detik setelah terjadi gempa (skenario 8,0)



**Gambar 10.** Potongan Melintang A-A' Mw 8,0

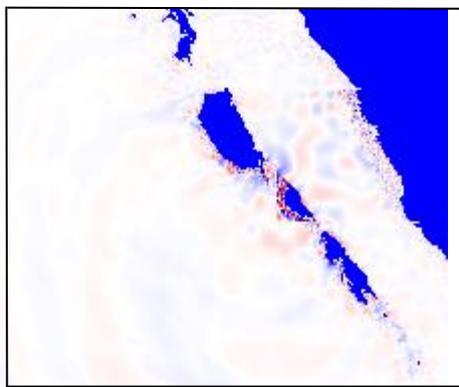


(11a) Model Penjalaran

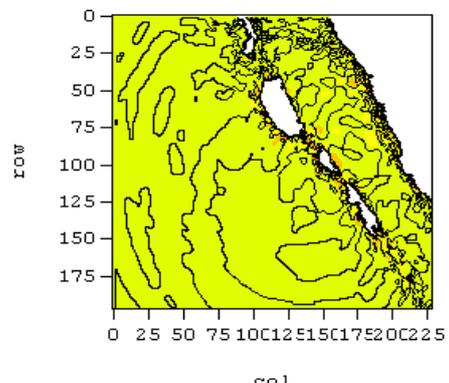


(11 b) Kontur Penjalaran

**Gambar 11.** Penjalaran gelombang tsunami 1 jam setelah terjadinya gempa (skenario 8,0)

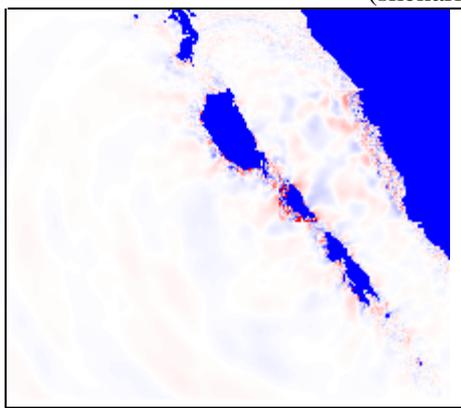


(12 a) Model Penjalaran

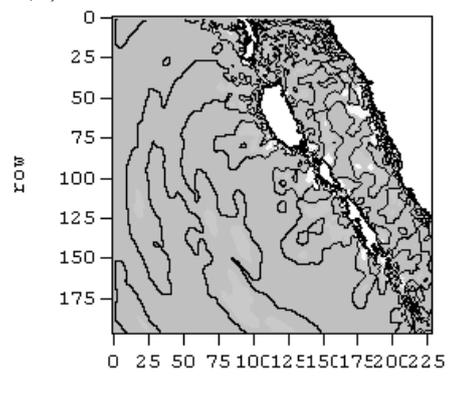


(12 b) Kontur Penjalaran

**Gambar 12** Penjalaran gelombang tsunami 2 jam setelah terjadi gempa (skenario Mw 8,0)



(13 a) Model Penjalaran



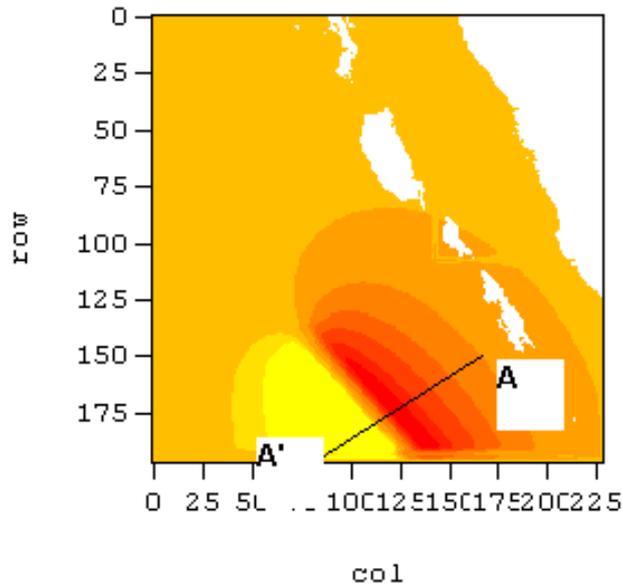
(13 b) Kontur Penjalaran

**Gambar 13** Penjalaran gelombang tsunami 3 jam setelah terjadi gempa (skenario Mw 8,5)

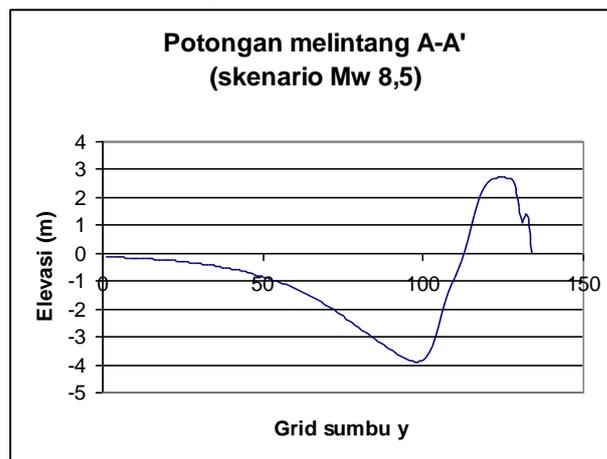
Penjalaran gelombang tsunami 1 jam setelah terjadinya gempa (Gambar 11) menunjukkan rapatnya gelombang tsunami yang menjalar ke arah pantai barat Sumatera. Jika dibandingkan dengan waktu tempuh yang melanda Pantai Pesisir Selatan, terlihat

bahwa untuk satu jam pertama terjadinya gempa, gelombang tsunami yang menghantam daerah kajian tinggi pasang surut tsunaminya masih kecil.

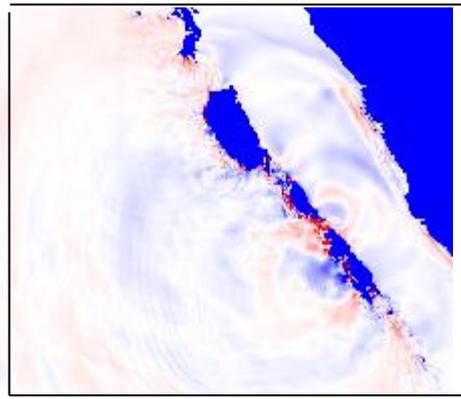
Untuk penjalaran gelombang tsunami pada 2 jam setelah gempa (Gambar 12) terlihat bahwa semakin rapatnya gelombang tsunami yang menuju ke arah pantai barat Sumatera dan semakin renggangnya arah penjalaran gelombang tsunami yang menuju ke laut lepas. Sama halnya dengan penjalaran gelombang tsunami pada Mw 8,0 3 jam setelah peristiwa gempa terjadi bahwa penjalaran gelombang yang semakin rapat (Gambar 13).



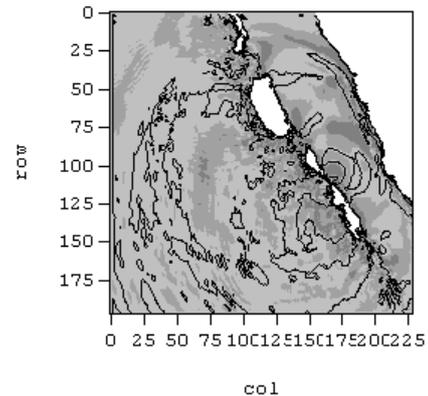
**Gambar 14 a.** Ketinggian air laut 40 detik setelah terjadi gempa (skenario Mw 8,5)



**Gambar 14 b.** Potongan melintang A-A' Mw 8,5

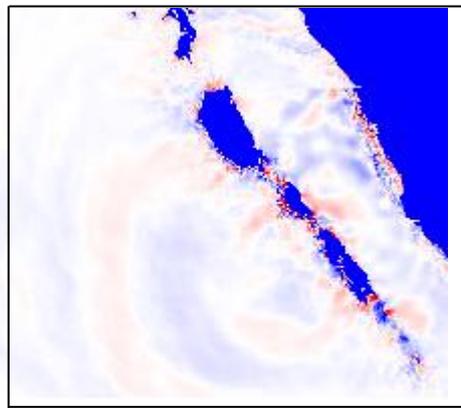


(a) Model Penjalaran

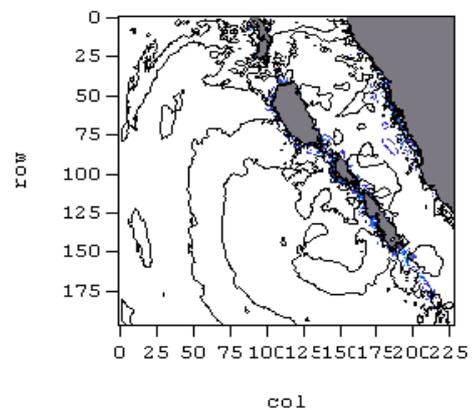


(b) Kontur Penjalaran

**Gambar 15** Penjalaran gelombang tsunami 1 jam setelah terjadi gempa (skenario Mw 8,5)



(a) Model Penjalaran

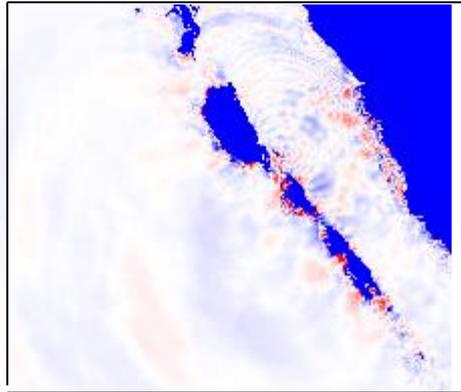


(b) Kontur Penjalaran

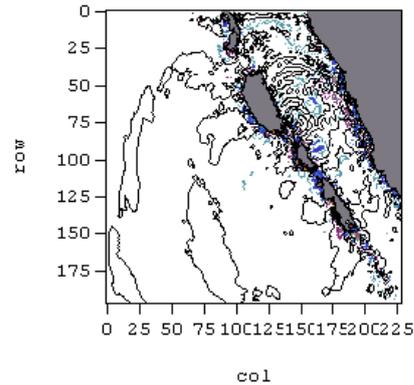
**Gambar 16** Penjalaran gelombang tsunami 2 jam setelah terjadi gempa (skenario Mw 8,5)

Potongan Melintang A-A' dengan skenario Mw 8,5 (Gambar 14 b) menunjukkan bahwa adanya perubahan ketinggian permukaan laut pada daerah pembangkitan sebelum menjalar ke Kepulauan Mentawai dengan nilai positif (+) 2,7 meter dan negatif (-) 3,83 meter. Akan tetapi pada 1 jam setelah terjadinya gempa (Gambar 15) menunjukkan bahwa sangat renggangnya penjalaran gelombang tsunami yang menghantam Kepulauan Mentawai.

Untuk penjalaran gelombang 2 jam setelah terjadinya gempa (Gambar 16) gelombang tsunami yang menghantam Kepulauan Mentawai masih relatif kecil dan penjalaran yang besar ke arah laut lepas. Beda halnya dengan penjalaran gelombang setelah 3 jam pasca gempa (Gambar 17), penjalaran gelombang ke arah pantai barat Sumatera sangat rapat yang menunjukkan pada saat ini terjadinya tsunami yang besar menghantam daerah kajian.



(a) Model Penjalaran



(b) Kontur penjalaran

**Gambar 17** Penjalaran gelombang tsunami 3 jam setelah terjadi gempa (skenario mw 8,5)

#### 4. KESIMPULAN

Dari hasil pemodelan yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa

1. Dari hasil visualisasi yang didapat, terlihat bahwa penjalaran gelombang tsunami pada saat setelah terjadinya gempa dengan magnitudo yang besar maka sebagian besar gelombang merapat ke arah pantai dan sebagian lagi menyebar ke laut lepas.
2. Untuk ketiga skenario gempa terlihat bahwa gelombang tsunami awal mengarah ke pulau Mentawai dan bergerak ke arah pulau Sumatera seiring dengan dengan bertambahnya waktu penjalaran gempa.
3. Makin besar magnitudo gempa maka makin cepat gelombang tsunami mencapai wilayah Kabupaten Pesisir Selatan.

#### DAFTAR PUSTAKA

1. Borero, Jose. C; Sieh, Kerry; Chlieh, Mohamed; Synolakis, Costas E; 2006. *Tsunami Inundation Modeling for Western Sumatera*. University of California: Berkeley
2. Dolan, R., 1975. *Coastal Landform and Bathymetry*. Dalam: National Atlas of United States, Washington DC, Department of Interior, h.78-79.
3. Imamura, Fumihiko. 2006. *Tsunami Modelling Manual*. Disaster Control Research Center, Tohoku University., Sendai, Japan
4. IRIS (Incorporated Research Institute for Seismology), 2007. *List of Recent Earthquake for Sulawesi Area, 1964-2007*. <http://www.iris.Washington.edu>, online data.
5. Najoran, T.F. (2005), *Peta Zonasi Gempa dan Tsunami Untuk Sebagai Acuan Dasar Perencanaan Pembangunan*, Diskusi Mitigasi Pasca Bencana Gempa Bumi & Tsunami Aceh, UNPAR.
6. Nugroho, Spto. 2007. *Manual Pelatihan Post Processing Pemodelan Numerik Run Up tsunami*. Pelatihan Run Up Tsunami : Jakarta Agustus 2007.
7. Subarkah, Aris. 2007. *Pembuatan File Input Data Batimetri dan Topografi Dalam Pemodelan Numerik Run Up Tsunami*. Pelatihan Run Up Tsunami : Jakarta Agustus 2007.
8. Smith, W.H.F. dan Sandwell, D.T., 1996. Global Seafloor Topography from Satellite Altimetry and Ship Depth Soundings. *Science*, 277, h.1957-1962.
9. Young, K. (1975), *Geology the Paradox Earth and Man*, Houghton Mifflin Company, Boston.

10. Yudhicara, Kaitan antara karakteristik pantai Provinsi Sumatera Barat dengan potensi kerawanan tsunami. Jurnal Geologi Indonesia Vol.3 No. 2 Juni 2008: halaman 95-106.
11. Wardani, Khusnul Setia. 2007. Modul Aplikasi EarthQuake Analisis dan Tsunami Run Up Modelling. BPDP-BPPT: Yogyakarta.
12. url : <http://googleearth.com>. Di download 1 februari 2008